# WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6:

G01B 11/00, 7/004, 7/34

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 99/17073

A1

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum:

8. April 1999 (08.04.99)

(21) Internationales Aktenzeichen:

PCT/IB98/01476

(22) Internationales Anmeldedatum:

24. September 1998

(24.09.98)

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,

NL, PT, SE).

(30) Prioritätsdaten:

2279/97

29. September 1997 (29.09.97) CH

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

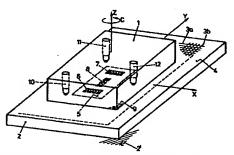
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser DR. JOHANNES HEIDENHAIN GMBH [DE/DE]; Dr.-Johannes-Heidenhain-Strasse 5, Postfach, D-83301 Traunreut (DE).

(72) Erfinder; und

- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRAASCH, Jan [DE/DE]; Pechleraustrasse 14, D-83308 Trostberg (DE). CALLIMICI, Christian [DE/DE]; Am Anger 25, D-83714 Miesbach (DE). WEIKERT, Sascha [AT/CH]; Neubruchstrasse 5, CH-8127 Forch (CH).
- (74) Anwalt: TROESCH SCHEIDEGGER WERNER AG: Siewerdtstrasse 95, Postfach, CH-8050 Zürich (CH).
- (54) Title: DEVICE FOR DETECTING THE POSITION OF TWO BODIES
- (54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUR ERFASSUNG DER POSITION VON ZWEI KÖRPERN

#### (57) Abstract

The invention relates to a device for detecting six components of the relative movement of two bodies during a primary two-dimensional translatory base movement. Said device is comprised of a two-dimensional plate (2) provided with optical grating. Said plate is equipped with a number (three) of vertically arranged devices (10-12) for detecting distance (i.g. calipers). The invention also has a second element (1) comprised of an arrangement of two or three optical gratings (6-8) (reading head) and a surface (9) which is parallel to said gratings. The first plate (2) is fastened to a body. The second element (1) with a second body is brought closer to the first body such that the optical grating permits a detection of the relative displacements which are parallel to the lower plate in X and Y directions via an evaluation of the intensity of fluctuations of the reflected light. Three optical



gratings, of which two are parallel to one another, are used for evaluating and the horizontal relative movements and relative rotations (C rotation around Z) vertical to the lower plate surface can be detected. At the same time, the vertically arranged distance detection devices detect the distances between both devices at three positions. The excursions of said i.g. calipers permit a detection of the additional components of relative movement of both bodies Z- distance/movement, positions/rotations around the X axis and Y axis simultaneously to the above mentioned relative displacements and rotations in the X-Y plane. The calipers (10-12) can also be placed on the upper body (2).

#### (57) Zusammenfassung

Die Vorrichtung zur Erfassung von sechs Komponenten der Relativbewegung zweier Körper bei einer primär zweidimensional translatorischen Grundbewegung besteht aus einer, mit einer zweidimensionalen, optischen Gitterteilung versehenen Platte (2), die mit mehreren (drei), vertikal angeordneten Einrichtungen (10-12) zur Abstandserfassung (z.B. Taster) ausgestattet ist, sowie einem zweiten Element (1), bestehend aus einer Anordnung zweier oder dreier optische Gitter (6-8) (Lesekopf) und einer zu diesen parallelen, ebenen Fläche (9). Die erste Platte (2) wird auf einem Körper befestigt. Das zweite Element (1) wird mit einem zweiten Körper dem erstem Körper derart angenähert, dass die optischen Gitter über Auswertung der Intensitätsschwankungen des reflektierten Lichts eine Erfassung der zur unteren Platte parallelen Relativverschiebungen in X- und Y-Richtung erlauben. Werden drei, davon zwei zueinander parallele optische Gitter zur Auswertung verwendet, lassen sich die horizontalen Relativbewegungen und Relativrotation (C-Rotation um Z) senkrecht zur unteren Plattenflächen erfassen. Simultan hierzu erfassen die vertikal angeordneten Abstandserfassungseinrichtungen die Abstände zwischen den beiden Einrichtungen an drei Stellen. Aus den Auslenkungen dieser z.B. Taster lassen sich die weiteren Komponenten der Relativbewegung der beiden Körper Z-Abstand/Bewegung, Lagen/Rotationen und die X- und Y-Achse gleichzeitig zu den oben genannten Relativverschiebungen und Rotationen in der X-Y-Ebene erfassen. Die Taster (10-12) können auch am oberen Körper (2) angebracht sein.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Senegal
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Swasiland
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldan	TG	Tschad
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	-	. –	Togo
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	IVIK	Die ehemalige jugoslawische	TM	Turkmenistan
BG	Bulgarien	HU			Republik Mazedonien	TR	Türkei
BJ	Benin	IE	Ungarn Irland	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BR	Brasilien			MN	Mongolei	UA	Ukraine
BY	Belarus	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
CA		IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von
	Kanada	IT .	Italien	MX	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan .	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CC	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
СН	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik	NZ	Neuseeland	zw	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		
ŀ							

WO 99/17073

5

15

#### Vorrichtung zur Erfassung der Position von zwei Körpern

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung und/oder Einstellung der Position von zwei relativ zueinander bewegbaren Körpern, mit an den Körpern angeordneten Kreuzstrichgittern, d.h. im Grunde genommen eine Messeinrichtung, welche die gleichzeitige Erfassung der sechs möglichen Bewegungskomponenten bei primär ebenen (2-D-translatorischen) Relativbewegungen zweier Körper erlaubt.

Bei bekannten Vorrichtungen dieser Art sind nicht alle sechs

10 möglichen Bewegungskomponenten erfassbar, und es sind zudem Referenzkörper (Normale) mit zwei bis drei präzise zueinander angeordneten, ebenen Referenzflächen erforderlich.

Die bekannten Vorrichtungen sind nicht nur bezüglich Erfassung von Bewegungskomponenten beschränkt, sondern zudem ausserordentlich aufwendig im Aufbau. In der Regel basieren sie auf der Verwendung eines linearen Normals.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zu schaffen, welche bei einfachem Aufbau die Erfassung aller sechs Bewegungskomponenten erlaubt.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorrichtung der eingangs definierten Art erfindungsgemäss durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils von Anspruch 1 gelöst.

Besonders vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

25 Dank der Erfindung sind zwei Relativtranslationen und eine Drehung auf optischem Weg erfassbar und gleichzeitig die Abstände

- 2 -

an drei Stellen zwischen zwei Flächen der Körper, so dass alle sechs Komponenten der Relativbewegung der Körper erfasst sind.

Bisher war die Herstellung von Normalen (Referenzkörpern) mit zwei bis drei präzise zueinander angeordneten, ebenen Referenzflächen notwendig. Nunmehr ist nur die Erstellung einer Fläche erforderlich, was einen erheblich geringeren fertigungstechnischen Aufwand darstellt. Die Verwendung von quaderförmigen Normalen mit zwei oder mehr Referenzflächen bedeutet einen im Vergleich dazu erheblich grösseren apparativen Aufwand bei der Durchführung von Messungen.

5

10

15

20

25

Bisher war eine exakte räumliche Ausrichtung der Komponenten erforderlich. Hierbei musste die Parallelität der Messsystem-komponenten bezüglich zweier Ebenen zur Durchführung der Messung gewährleistet sein. Bei der vorliegenden Erfindung sind zwei Körper nur bezüglich einer Ebene grob parallel zueinander anzuordnen, was durch die Abstandserfassungseinrichtungen zusätzlich erleichtert wird (drei gleiche Abstände = beide Ebenen parallel). Ein wie in den bisherigen Fällen erforderlicher Fügevorgang ist nicht erforderlich, was die Durchführung von Messungen erheblich erleichtert.

Die Verwendung inkrementeller Positionsmessysteme mit Gitterteilung zur Positions- und Lageerfassung bedeutet für die Erfassung: hohe Genauigkeit, hohe Auflösung, Störunempfindlichkeit (elektromagnetisch), Stabilität gegenüber atmosphärischen Einflüssen (Lufttemperatur, -feuchte, -druck), wie sie sich bei Verwendung von Laserinterferometern störend auswirken können.

Die Erfindung wird nachstehend, teilweise anhand der Zeichnung, noch etwas näher erläutert.

- 3 -

#### Es zeigt:

- Fig. 1 rein schematisch das Koordinatensystem nach ISO für Bewegungen mit sechs Freiheitsgraden;
- Fig. 2 den schematischen Aufbau der erfindungsgemässen Vorrichtung (Messystem);
  - Fig. 3a

5

- bis 3c verschiedene Varianten, rein schematisch, von Messsystemen;
- Fig. 4 eine weitere Anwendung der erfindungsgemässen Vor10 richtung;
  - Fig. 5 eine Anwendung zur Kalibration eines Manipulators; und
  - Fig. 6a
- und 6b eine Anwendung der erfindungsgemässen Vorrichtung zum
  15 Positionieren des Körpers eines Wafer-Steppers.

Ein starrer Körper weist sechs Bewegungsfreiheitsgrade auf:
Drei translatorische Bewegungskomponenten: X-, Y- und ZKomponente, und drei rotative Freiheitsgrade: A-, B- und C. Die
Position und Lage eines Körpers wird durch Angabe der sechs
Freiheitsgrade vollständig beschrieben. Durch Angabe des zeitlichen Verlaufs dieser sechs Grössen wird die Bewegung des Körpers vollständig festgelegt. Die Anordnung dieser Freiheitsgrade ist an einem Koordinatensystem (nach ISO) in Fig. 1 dargestellt.

20

5

10

20

25

PCT/IB98/01476

Hintergründe der Erfassung der Bahngenauigkeit an Handhabungsgeräten resp. speziell von Werkzeugmaschinen

Die Erfassung der relativen Lage von Werkzeug und Werkstück an Werkzeugmaschinen oder anderen Handhabungsgeräten stellt eine zentrale Aufgabe der Maschinenmetrologie dar. Eine Reihe von Messgeräten wurde hierfür entwickelt. Kennzeichen bisheriger Einrichtungen ist, dass immer nur Teilkomponenten der Relativbewegungen erfasst werden, und nicht alle sechs Freiheitsgrade, die die Relativbewegung vollständig beschreiben, erfasst werden können.

Die Überprüfung der statischen und dynamischen Genauigkeit von Werkzeugmaschinen und Handhabungsgeräten erfolgt somit durch die getrennte Erfassung einzelner Geometriemerkmale durch eine Vielzahl von Messgeräten. Die Anwendung der verschiedenen

15 Messmittel bedeutet einen zum Teil erheblichen apparativen und zeitlichen Aufwand. Zudem treten zwischen den verschiedenen Messungen Änderungen des zu untersuchenden Systems auf, die bisher nicht berücksichtigt werden konnten.

Einrichtungen, die die Erfassung aller sechs Bewegungskomponenten erlauben, weisen im Gegensatz zur vorliegenden Einrichtung eine lineare Vorzugsrichtung auf. Diese Messeinrichtungen erlauben demnach nur die Erfassung der sehr eingeschränkten Bewegungskomponenten in Nichtvorzugsrichtung, im Folgenden mit X-Richtung bezeichnet. Somit ist die Erfassung von Bewegungen mit mehr als einer ausgeprägten Bewegungskoordinate nicht möglich. Demgegenüber erlaubt die vorliegende Erfindung die Erfassung aller Bewegungskomponenten bei primär zweidimensionalen (ebenen) Bewegungen. Somit ist erstmals die kohärente Erfassung aller Bewegungskomponenten bei allgemeinen ebenen Bahnen mög-

- 5 -

lich. Kohärenz der Messungen ist erforderlich, um Änderungen des zu untersuchenden Systems während der Durchführung der Messung auszuschliessen. Die Möglichkeit von kohärenten Messungen eröffnet im Vergleich zu bisherigen Vorgehensweisen eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis. Die einzige Möglichkeit einer zumindest ansatzweisen Erfassung des vollständigen Maschinenverhaltens bestand bisher in der Durchführung von Bearbeitungsversuchen. Die Relativbewegung von Werkzeug und Werkstück kann unter Ausklammerung der Drehbewegung des rotierenden Werkzeugs indirekt und unter Beeinträchtigung der erhaltenen Aussage durch die durch den Prozess überlagerten Einflüsse ermittelt werden. Die Geometrieinformationen müssen dann aus der Gestalt des Werkstücks auf messtechnischem Wege abgeleitet werden. Bei derartigen Überprüfungen kann jedoch der zeitliche Verlauf der Abweichungsgrössen nicht festgestellt werden.

#### Aufbau des erfindungsgemäss ausgestalteten Messystems

10

15

20

Wie Fig. 2 zeigt, ist ein Körper 1 mit einer Basis
(Werkzeughalterung, nicht dargestellt) fest verbunden. Ein Körper 2 ist mit einer Grundplatte 2' (Werkstückauflage) starr verbunden, deren Relativbewegung zur genannten Basis erfasst werden soll. Wird nun über beispielsweise eine Steuerungseinrichtung der Körper 1 näherungsweise in der X-Y-Ebene bewegt, werden alle Bewegungskomponenten der Relativbewegung erfasst.

Die Einrichtung besteht aus zwei Körpern 1, 2. Der Körper 2 trägt eine Anordnung zweier orthogonaler Strichgitter 3a, 3b in einer Ebene 4. Der Körper 1 ist ebenfalls mit einer ebenen Anordnung 5 von Strichgittern 6, 7 und 8 ausgestattet.

Von diesen Strichgittern in der Ebene 9 sind zwei parallel, nämlich 6 und 7, und das dritte, 8, ist zu diesen ersten senkrecht angeordnet.

Diese Anordnung von Strichgittern 3a, 3b und 6 bis 8 erlaubt die Erfassung der translatorischen Relativbewegung der Körper 1, 2 in X- und Y-Richtung, sowie gleichzeitig die Erfassung der rotativen Relativbewegung (C) der beiden Körper durch Vergleich der festgestellten Positionen der beiden parallelen Strichgitter 6 und 7. Werden nun zusätzlich zwischen den beiden Körpern 1 und 2 Einrichtungen zur Erfassung der Abstände der Körper 10 vorgesehen, so werden gleichzeitig mit den beiden translatorischen und dem einen rotativen Freiheitsgrad ein weiterer translatorischer und zwei weitere rotative Freiheitsgrade erfasst: Auf bzw. zwischen den beiden Körpern 1, 2 sind drei Einrichtun-15 gen 10, 11, 12 zur Abstandserfassung angebracht, in einer Art, dass Abstände zwischen den beiden Körpern 1 und 2 bzw. zwischen den beiden Ebenen 4 und 9 erfasst werden. Die Anordnung der Abstandserfassungseinrichtungen (kapazitiv, induktiv, tastend oder durch Staudruckmessungen) ist prinzipiell freigestellt, jedoch dürfen die Messorte zur Erfassung der Abstände aus geo-20 metrischen Gründen nicht auf einer Geraden liegen. Die Auswertung der drei Abstände liefert Angaben über den translatorischen Freiheitsgrad dZ und die rotativen Freiheitsgrade dA und dB. Werden weniger als drei Abstandsmessstellen verwendet, können entsprechend weniger Bewegungskomponenten erfasst werden: 25

- 3 Taster: dZ, dA, dB werden explizit bestimmbar;
- 2 Taster: dZ ist explizit, dA und dB nur in der Summe bestimmbar;

- 7 -

1 Taster: dZ kann explizit, allerdings mit Einschränkungen, dA und dB können nicht bestimmt werden.

Ähnlich verhält es sich mit dem Umfang der Aussagen bei Verwendung von weniger als 3 Strichgittern am Körper 1:

5 3 Strichgitter, davon 2 orthogonal, das dritte parallel zu einem der beiden ersten Gitter:

Erfassung der zwei Relativtranslationen und der Relativrotation um senkrecht zu diesen Translationen stehende Achse.

2 Gitter, orthogonal:

Die zweidimensionale, translatorische Bewegung wird erfasst, es ist keine Aussage über die Rotation um die Achse senkrecht zu den beiden Translationsbewegungen möglich;

1 Strichgitter:

20

25

Nur die Bewegung quer zur betreffenden Strichteilung kann er-15 fasst werden.

Darstellung von verschiedenen Bauarten gemäss Fig. 3a bis 3c:

Fig. 3a: Flächige Gitterteilung 3a, 3b und Abstandsreferenzfläche am selben Körper; die flächige Gitterteilung ist am Körper 2 angebracht, die drei Strichgitter 6, 7 und 8 am Körper 1,
die Abstandserfassungseinrichtungen 10, 11, 12 (als Taster ausgeführt) sind am Körper 1 angebracht und erfassen drei Abstände
auf die Referenzfläche 4 am Körper 2.

Fig. 3b: Flächige Gitterteilung an Körper 1, Abstandsreferenzfläche am anderen Körper 2. Die flächige Gitterteilung 3a, 3b ist am Körper 2 angebracht, die drei Strichgitter 6, 7 und 8 am 5

10

15

Körper 1, die Abstandserfassungseinrichtungen 10, 11, 12 (als Taster ausgeführt) sind am Körper 2 angebracht und erfassen drei Abstände auf die Referenzfläche 9 am Körper 1.

Fig. 3c: Flächige Gitterteilung am Körper 1 und Abstandsreferenzflächen an beiden Körpern; die flächige Gitterteilung 3a,

3b ist am Körper 2 angebracht, die drei Strichgitter 6, 7, 8 am Körper 1, die Abstandserfassungeinrichtungen sind aufgeteilt: 10 ist am Körper 1, 11, 12 sind am Körper 2 angebracht und erfassen den Abstand auf die Referenzfläche 4 am Körper 2 bzw. die Abstände auf die Referenzfläche 9 am Körper 1.

Fig. 4 zeigt eine weitere Anwendung:

Zur Untersuchung von Linearführungssystemen, Aufbauten, die im Werkzeugmaschinenbau weit verbreitet sind, wird das flächige Normal 2 auf den in zwei translatorischen Bewegungsrichtungen verschiebbaren Tisch 2' angebracht. Durch das Messgerät können nun in beliebigen Positionen des zweidimensionalen Verfahrbereiches alle translatorischen und rotativen Abweichungen von der idealen, translatorischen 2-D-Bewegung gegenüber einer Basis 13 erfasst werden.

Die Fig. 5 zeigt eine Anwendung zur Kalibration eines Manipulators: Die Kalibration von Manipulatoren, seriellen oder parallelen Bewegungseinrichtungen erfordert die Kenntnis der Lage und Orientierung des Endeffektors in bezug auf ein ortsfestes, gegebenes Bezugssystem. Durch Erfassung der sechsachsigen Position und Lage des Endeffektors 30 im gegebenen Bezugssystem, bestimmt durch eine Werkstückaufspannfläche 2', wird die Bestimmung von Korrekturwerten für den späteren Betrieb und/oder die Erfassung der effektiven Manipulator-Geometrieeigenschaften

- 9 -

ermöglicht. Die Möglichkeit der Verteilung der Messpunkte in einer Ebene, aufgespannt durch das flächige Normal 2, bedeutet eine erhebliche Verbesserung der Kalibrationsmöglichkeiten im Vergleich zu ausschliesslich 1-D-linear wählbaren Messpunkten, da bei der gleichen Messung die anzufahrenden Messpunkte eine Ebene aufspannen.

5

10

15

20

25

Die Fig. 6a und 6b schliesslich zeigen eine Vorrichtung zum Positionieren eines Teils 14, beispielsweise eines Wafers, in allen Freiheitsgraden, bei einer primär zweidimensional translatorischen Grundbewegung.

Die Vorrichtung besteht aus einem mit einer zweidimensionalen, optischen Gitterteilung (Kreuzgitter) 15 versehenen ebenen Körper 16, der aus Glas oder Metall sein kann und der auf einer massiven Grundplatte 17 befestigt ist. In einem darüber angeordneten Komponenten-Trägerkörper 18 befinden sich, symmetrisch verteilt, drei vertikal zum Kreuzgitter 15 angeordnete Abstandserfassungs-Einrichtungen 19, 20, 21, die Taster oder kapazitive Sensoren sein können.

Zwischen den Abstandserfassungs-Einrichtungen 19, 20, 21 sind zweckmässig drei Luftlager 22, 23, 24 angeordnet, die auf dem unteren Körper 16 mit dem Kreuzgitter 15 berührungslos aufliegen. Statt der Luftlager 22, 23, 24 können natürlich auch andere berührungsfrei arbeitende Lager Verwendung finden, beispielsweise Magnetlager. Zwischen den Luftlagern 22, 23, 24 und dem Komponenten-Trägerkörper 18 sind ferner Stellantriebe 25, 26, 27 angeordnet, die Piezo-Aktoren sein können. Mit den Stellantrieben 25, 26, 27 kann der Abstand zwischen dem Komponenten-Trägerkörper 18 und dem darunterliegenden Körper 16 feinfühlig verändert werden.

- 10 -

In der Mitte des Komponenten-Trägerkörpers 18 ist der zugehörige Abtastkopf 28 für die Kreuzgitter 15 positioniert. Der Abtastkopf 28 weist entsprechend der Anordnung nach Fig. 2 wieder drei Strichgitter auf, von denen zwei zueinander parallel angeordnet sind. Dieser Abtastkopf 28 kann Bewegungen des Komponenten-Trägerkörpers 18 in der X- und Y-Achse sowie Rotationen in der XY-Ebene bezüglich des Kreuzgitters 15 auf optischem Wege erfassen.

Auf dem Komponenten-Trägerkörper 18 ist noch eine Zwischenplatte 29 befestigt. An die Zwischenplatte 29 wird in nicht gezeigter Weise der externe Antrieb, beispielsweise drei Linearmotoren, angekoppelt, der die gesamte luftgelagerte Baueinheit in der X- und Y-Achse bewegt und bezüglich der XY-Ebene drehen kann. Die Oberseite der Zwischenplatte 29 ist gleichzeitig die Aufnahmefläche für das zu positionierende Teil (Wafer) 14, das zum Beispiel mit Vacuum auf die Zwischenplatte 29 gesaugt und damit fixiert werden kann.

Mit der oben beschriebenen Vorrichtung und einer elektronischen Regelung kann zum Beispiel ein Wafer 14 bezüglich aller seiner sechs möglichen Komponenten der Relativbewegung zu einer ebenen Grundfläche positioniert werden. Die Relativbewegungen in X-Y-Richtung und die Rotationen in der XY-Ebene werden dabei von den externen Antrieben (z.B. Linearmotoren) bewirkt und von dem zentralen Abtastkopf 28 erfasst. Ausserdem können die über den drei Luftlagern 22, 23, 24 angeordneten drei Stellantriebe 25, 26, 27 den Abstand des Wafers 14 zum ebenen Körper 16 variieren. Diese Relativbewegung wird mit den drei Abstandserfassungs-Einrichtungen 19, 20, 21 registriert.

20

25

- 11 -

Allgemein kann eine solche Vorrichtung überall dort eingesetzt werden, wo man ein Teil, in diesem Fall Wafer 14, das primär zweidimensional translatorisch bewegt werden soll, noch zusätzlich in allen anderen Komponenten der möglichen Relativbewegungen sehr genau justieren möchte, wie dies zum Beispiel bei einem Wafer-Stepper der Fall ist.

20

#### Patentansprüche:

- Vorrichtung zur Erfassung und/oder Einstellung der Position von zwei relativ zueinander bewegbaren Körpern, mit an den Körpern angeordneten Kreuzstrichgittern, dadurch gekennzeichnet, dass am einen Körper (2) ein ebenes flächiges Normal als ebene Referenzfläche (4) mit einer zweidimensionalen Gitterteilung (3a, 3b) angeordnet ist, sowie am anderen Körper (1) eine parallel zum Normal ausrichtbare ebene Fläche (9) mit in dieser oder parallel dazu vorgesehenen mindestens zwei Gittern (6, 7, 8), welche einen Lesekopf bilden, und dass ferner mindestens eine zwischen den genannten beiden Körperflächen wirksame Einrichtung (10, 11, 12) zur individuellen Abstandserfassung der beiden Flächen (4, 9) vorgesehen ist.
- Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
   zwischen den beiden Körperflächen drei Abstandserfassungs-Einrichtungen vorgesehen sind, welche an drei nicht auf einer gemeinsamen Geraden liegenden Stellen angeordnet sind.
  - 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass am genannten anderen Körper drei Strichgitter vorgesehen sind, davon zwei zueinander parallele Gitter.
    - 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandserfassungseinrichtungen kapazitiv, induktiv, mechanisch tastend oder mittels Straudruck arbeitende Geräte sind.
- 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Abstandserfassungseinrichtungen als Taster ausgebildet und senkrecht aus der einen und/oder anderen Fläche vorstehen.

- 13 -

- 6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Speicherung und/oder Verarbeitung
  der anlässlich einer beliebigen Relativbewegung der beiden Körper erfassten Positionswerte oder zur gesteuerten Durchführung
  einer solchen Bewegung aufgrund vorgegebener Zielwerte vorgesehen sind.
- 7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Strichgitter optische Gitter sind.
- 8. Vorrichtung zum Positionieren von Teilen, vorzugsweise eines Wafer-Steppers nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass am Komponenten-Trägerkörper für die Abstandserfassungs-Einrichtungen noch berührungsfrei arbeitende Lager und Stellantriebe vorgesehen sind, mit denen der Abstand oder die Lage zwischen dem Komponenten-Trägerkörper und der zweidimensionalen Gitterteilung (Kreuzgitter) bzw. deren Trägerkörper unter Zuhilfenahme der Abstandserfassungs-Einrichtungen einstellbar ist.
  - 9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die berührungsfrei arbeitenden Lager Luftlager sind.
- 20 10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellantriebe Piezo-Aktoren sind.

1/5

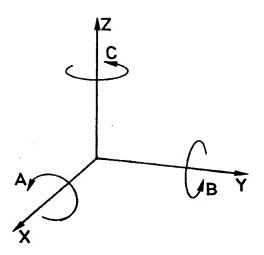


FIG.1

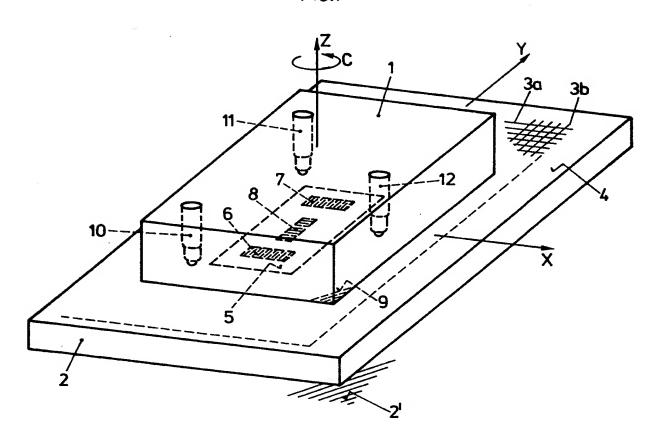


FIG.2

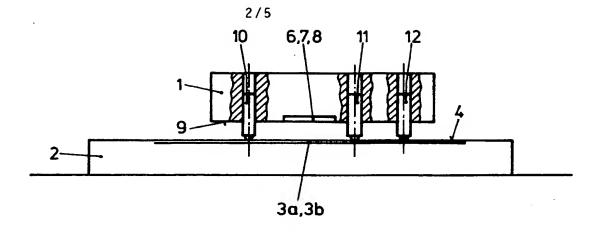


FIG.3a

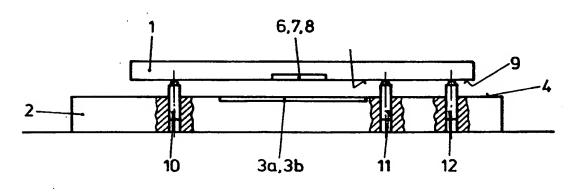


FIG.3b

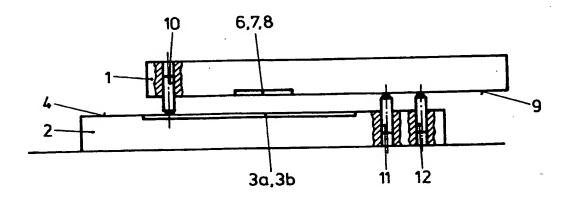
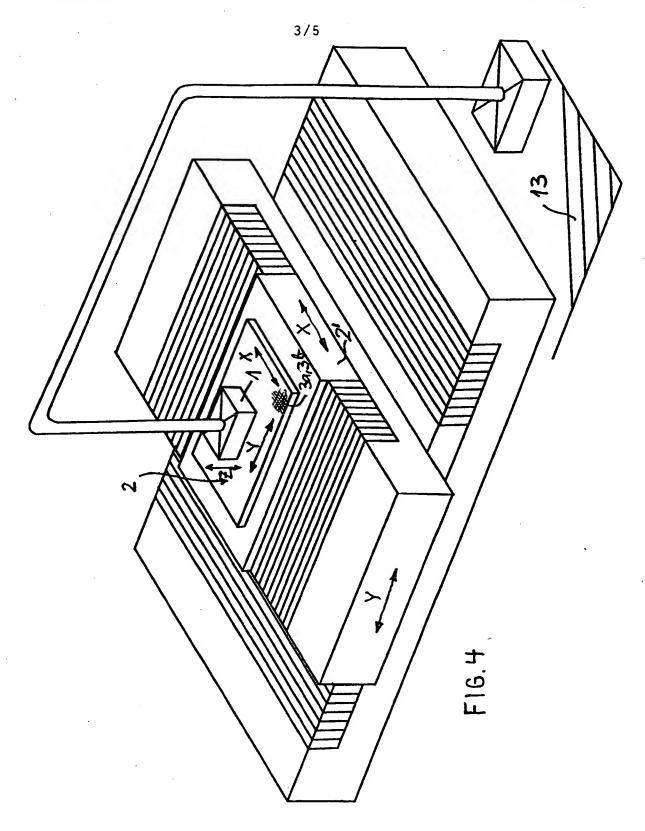
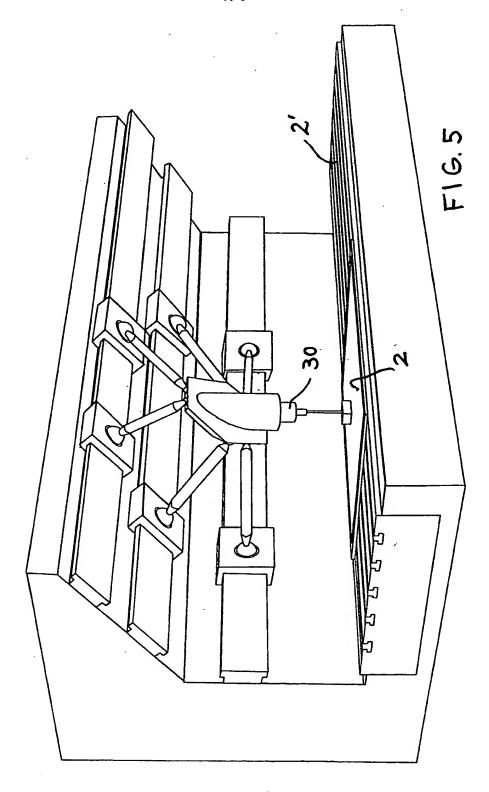


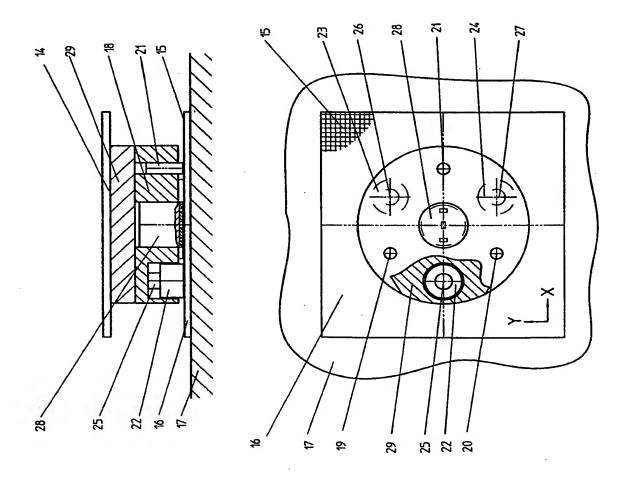
FIG.3c





ig. 6a

Fig. 6b



### INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter nal Application No PCT/IB 98/01476

A. CLASSI IPC 6	FICATION OF SUBJECT MATTER G01B11/00 G01B7/004 G01B7/34	4					
According to International Patent Classification(IPC) or to both national classification and IPC							
	SEARCHED						
Minimum do IPC 6	Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  IPC 6 G01B G01D						
Documental	tion searched other than minimum documentation to the extent that ${f s}$	uch documents are included in the fields sea	rched .				
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)							
C. DOCUM	ENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT						
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the rele	evant passages	Relevant to claim No.				
Y	GB 2 034 880 A (FERRANTI LIMITED 11 June 1980	1,2					
	see page 1, line 3 - line 5 see page 1, line 67 - line 105 see figures 2-4	•					
Υ	DATABASE WPI Section Ch, Week 9647 Derwent Publications Ltd., Londor Class G06, AN 96-474249 XP002065621 & JP 08 241850 A (CANON KK) , 17 September 1996 see abstract	1,2					
Furt	her documents are listed in the continuation of box C.	X Patent family members are listed in	annex.				
*Special categories of cited documents:  "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  "E" earlier document but published on or after the international filling date  "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  "P" document published prior to the international filling date but later than the priority date claimed  Date of the actual completion of the international search  "It later document published after the international filling date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone varied invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.  "8" document member of the same patent family  Date of the actual completion of the international search report							
18 November 1998 25/11/1998							
Name and r	mailing address of the ISA  European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  NL - 2280 HV Rijswijk  Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo ni, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer					

#### INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...formation on patent family members

Inter nal Application No PCT/IB 98/01476

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date	
GB 2034880	. A	11-06-1980	DE JP SE	2945175 A 55071902 A 7909251 A	22-05-1980 30-05-1980 12-05-1980	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter nales Aktenzeichen PCT/IB 98/01476

A. KLASSI IPK 6	FIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES G01B11/00 G01B7/004 G01B7/34		
Nach der Int	ternationalen Patentiklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klas	sifikation und der IPK	<u> </u>
B. RECHE	RCHIERTE GEBIETE		
Recherchier IPK 6	ner Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbo G01B G01D	le )	
Recherchier	nte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, so	welt diese unter die recherchierten Gebiete (	fallen
Während de	er internationalen Recherche konsuftierte elektronische Datenbank (N	ame der Datenbank und evti. verwendete S	suchbegriffe)
C. ALS WE	SENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe	e der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Υ	GB 2 034 880 A (FERRANTI LIMITED) 11. Juni 1980 siehe Seite 1, Zeile 3 - Zeile 5 siehe Seite 1, Zeile 67 - Zeile 1 siehe Abbildungen 2-4	1,2	
Υ .	DATABASE WPI Section Ch, Week 9647 Derwent Publications Ltd., London Class G06, AN 96-474249 XP002065621 & JP 08 241850 A (CANON KK) , 17. September 1996 siehe Zusammenfassung	1,2	
	tere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu nehmen	X Slehe Anhang Patentiamilie	
"A" Veröffe aber r "E" älteres Anme "L" Veröffe scheli ander soll of ausge "O" Veröffe eins E "P" Veröffe dem t	e Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : antlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen idedatum veröffentlicht worden ist antlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft er- nen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer en im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden der die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie sführt) sentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht entlichung, die vor dem internationalen Ameidedatum, aber nach beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist  Abschlusses der internationalen Recherche  8. November 1998	"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht. Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur Erfindung zugrundellegenden Prinzips Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeu kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung von besonderer Bedeu kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung von besonderer Bedeu kann nicht als auf erfinderischer Tätigk werden, wenn die Veröffentlichung mit Veröffentlichungen dieser Kategorie in diese Verbindung für einen Fachmann "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Absendedatum des internationalen Rec	worden ist und mit der zum Verständnis des der oder der ihr zugrundellegenden itung; die beanspruchte Erfindung ihung nicht als neu oder auf chtet werden itung; die beanspruchte Erfindung eit beruhend betrachtet einer oder mehreren anderen Verbindung gebracht wird und naheliegend ist
	Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentiaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,	Bevollmächtigter Bediensteter	
i	Fax: (+31-70) 340-3016	1,	

#### INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Interr ales Aktenzeichen
PCT/IB 98/01476

lm Recherchenbericht	Datum der	Mitglied(er) der	Datum der
angeführtes Patentdokument	Veröffentlichung	Patentfamilie	Veröffentlichung
GB 2034880 A	11-06-1980	DE 2945175 A JP 55071902 A SE 7909251 A	22-05-1980 30-05-1980 12-05-1980